

云南部分地区湿地植物的丛枝菌根初报

王 凯，赵之伟

(云南大学 生物资源保护与利用国家重点实验室培育基地，云南 昆明 650091)

摘要：用碱解离、酸性品红染色法对昆明、澄江、建水、通海、石屏、东川和禄劝等地的 15 个科 32 种湿地植物的丛枝菌根状况进行了调查，共发现有 11 种植物形成丛枝菌根，占 34 %。从湿地植物根际土壤中分离、鉴定出分属于 4 个属的丛枝菌根真菌共 16 种，无梗囊霉属 (*Acaulospora*) 和球囊霉属 (*Glomus*) 是湿地土壤中的优势类群 (94 % )。摩西球囊霉 (*G. mosseae*) 占孢子总数的 88 %，是湿地土壤中的优势种。  
关键词：湿地植物；丛枝菌根；感染率；感染程度  
中图分类号：Q 949 文献标识码：A 文章编号：0253 - 2700(2006)04 - 349 - 03

Arbuscular Mycorrhizal Status of Wetland Plants  
Collected from Yunnan

WANG Kai, ZHAO Zhi-Wei<sup>\*\*</sup>

(Key Laboratory of Conservation and Utilization for Bio-Resource, Yunnan University, Kunming 650091, China)

**Abstract:** The arbuscular mycorrhizal status of 32 wetland plant species came from 15 families sampled in Kunming, Chengjiang, Jianshui, Tonghai, Shiping, Dongchuan and Luquan was surveyed by means of acid fuchsin stain after the roots were lysed in alkaline solution. Typical arbuscular mycorrhizal structures were detected in the roots of 11 species. Sixteen arbuscular mycorrhizal fungi belonging to 4 genera were wet-sieved from the rhizospheric soil of the wetland plants. *Acaulospora* and *Glomus* presented dominantly in the wetland soil (94 %) . *Glomus mosseae* was dominant species in wetland soil and accounted for 88 % of the total spores .  
**Key words:** Wetland plant; Arbuscular mycorrhiza; Frequency; Coverage

湿地是水陆相互作用而形成的自然复合体，处于陆地生态系统和水生生态系统之间的过渡带，与森林、海洋一起并列为全球三大生态系统，被誉为“地球之肾”，是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一。它具有巨大的资源潜力和环境功能，它除向人类提供大量食物、原料和水资源外，在维持区域生态平衡、保持生物多样性和珍稀物种资源，尤其是在调节气候、均化洪水、净化水质、保持物种基因多样性等方面具有不可替代的作用，因而受到了国内外的广泛关注。

前人对生长在湿地中的植物的丛枝菌根 (Arbuscular Mycorrhiza, 简称 AM) 状况以及 AM 在湿地中的生态功能方面的研究较少。作者对云南不同湿地来源的 33 种植物进行了 AM 状况调查，并对这些植物根际土壤中 AMF 的组成和多样性进行了初步研究。

1 材料和方法

1.1 材料采集

2004 年夏季于昆明、澄江、建水、通海、石屏、东川、禄劝的湿地中采集了 15 个科 32 种湿地植物的根样，

基金项目：云南省科技攻关 (2005NG05)，重大基础研究前期研究专项 (2005CCA05700) 和国家自然科学基金项目 (30360003)  
通讯联系人 Corresponding author . E - mail: zhaozhw@yun.edu.cn  
收稿日期：2005 - 10 - 10, 2006 - 02 - 14 接受发表  
作者简介：王凯 (1981 - ) 男，硕士生，主要从事水生植物菌根生物学研究，现为中山大学在读博士。

每种植物至少采 3 个重复样本，并尽可能的采集植物的根际土。在采集根样时，注意选取与所选植物主根相连的须根，并尽量选取带根尖的根段。将新鲜的根段剪下，固定于装有 1 2FAA（福尔马林 5 ml，冰醋酸 5 ml，70% 酒精 90 ml，用时稀释一倍）的小瓶中，带回实验室放于 4℃ 的冰箱中保存。从植物根际采集到的土样用塑料袋装好后带回实验室，立即即进行处理。

1.2 材料处理

1.2.1 根样处理 根样用碱解离、酸性品红染色法处理 (Berch and Kendrick, 1982) 后制成封片，于 OLYMPUS.BH-2 型光学显微镜下观察记录 AMF 在各种植物根系上的定居情况。每种植物观察 50 个以上 2~5 cm 的小段。对于每个样本，AMF 感染率记为感染根段数与总根段数的比值；AMF 的感染程度的计算采用 McGonigle 等 (1990) 改进的十字交叉法。

1.2.2 土样处理和 AMF 的鉴定 采集的土样用湿筛 - 沉淀法处理 (Koske and Walker, 1984)。湿筛得到的孢子一部分保存在 5% 的福尔马林中，另一部分分别用水、

乳酚液 PVLG、PVLG 和 Melzer's 试剂（等量混合）等制片液制成标本片 (Morton, 1988) 后于光学显微镜下观察，同时参照国际 VA 菌根保藏中心 (International Collection Center of Vesicular and Arbuscular Mycorrhizal Fungi, INVAM, <http://invam.caf.wvu.edu>) 提供的种的描述及图片以及相应分类单元的原始发表进行 AMF 种的鉴定。

1.2.3 数据分析 采用 SPSS 11.0 对被感染植物的 AM 感染率与感染程度之间的 Pearson's 相关系数进行分析。

2 结果与讨论

2.1 湿地植物的丛枝菌根状况

在所有被调查的湿地植物中，有 11 种植物形成典型的 AM 结构，占所调查植物的 34%；其中感染率达到 100% 的植物只有稻田荸荠和钻形紫菀。中度感染的植物共有 5 种（感染程度在 25%~75% 之间），占 45%，轻度感染的植物共有 6 种（感染程度低于 25%），占 54.55%（表 1）。

表 1 云南部分地区湿地植物的丛枝菌根状况  
Table 1 Arbuscular mycorrhizal status of wetland plants collected from Yunnan

中文名	学名	根毛状况	AMF 感染率	AMF 感染程度
Chinese names	Scientific names	Root hairs	AMF colonization	AMF frequency
喜旱莲子草	<i>Alternanthera philoxeroides</i>	abundant	3.50 ± 0.29	19.71 ± 3.03
钻形紫菀	<i>Aster subulatus</i>	abundant	100.00 ± 0.00	26.35 ± 8.25
草	<i>Beckmannia syzigachne</i>	sparse	0	0
芋	<i>Caladium esculenta</i>	abundant	0	0
异型莎草	<i>Cyperus difformis</i>	sparse	0	0
穗莎草	<i>Cyperus eleusinoides</i>	abundant	0	0
碎米莎草	<i>Cyperus iria</i>	sparse	0	0
升马唐	<i>Digitaria ciliaris</i>	abundant	0	0
长芒稗	<i>Echinochloa caudata</i>	abundant	0	0
稗	<i>Echinochloa crusgalli</i>	abundant	0	0
问荆	<i>Equisetum aruense</i>	sparse	0	0
披散问荆	<i>Equisetum diffusum</i>	abundant	27.10 ± 8.43	30.15 ± 2.80
稻田荸荠	<i>Heleocharis yokoscensis</i>	abundant	100.00 ± 0.00	43.00 ± 4.62
山莴苣	<i>Lactuca indica</i>	abundant	20.83 ± 2.58	12.85 ± 2.63
灯心草	<i>Juncus effusus</i>	absent	0.1215 ± 1.24	5.33 ± 1.38
李氏禾	<i>Leersia hexandra</i>	abundant	0	0
长蒴母草	<i>Lindernia anagallis</i>	abundant	0	0
鸭舌草	<i>Monochoria vaginalis</i>	abundant	0	0
红花月见草	<i>Oenothera rosea</i>	abundant	0	0
稻	<i>Oryza sativa</i>	abundant	0	0
双穗雀稗	<i>Paspalum distichum</i>	abundant	36.11 ± 1.61	19.11 ± 6.23
芦苇	<i>Phragmites communis</i>	abundant	6.25 ± 2.19	26.00 ± 2.48
大车前	<i>Plantago major</i>	absent	0	0
棒头草	<i>Polypogon fugax</i>	sparse	67.5 ± 5.28	45.15 ± 5.19
红鳞扁莎	<i>Pycreus sanguinolentus</i>	abundant	0	0
齿果酸模	<i>Rumex dentatus</i>	abundant	0	0
慈姑	<i>Sagittaria sagittifolia</i>	sparse	0	0
萤蔺	<i>Scirpus juncoides</i>	abundant	0	0
荆三棱	<i>Scirpus yagara</i>	sparse	0	0
竹叶吉祥草	<i>Spatholirion longifolium</i>	abundant	22.22 ± 4.11	17.00 ± 4.04
香蒲	<i>Typha orientalis</i>	sparse	85.42 ± 7.56	0.2102 ± 1.96
茭白	<i>Zizania caduciflora</i>	sparse	0	0
小计 Total	32 种			

AM 在湿地中的分布并不象 Turner 等 (2000) 和 Bauer 等 (2003) 所调查的那样广泛。数据分析表明湿地植物 AM 的感染率与感染程度呈明显的正相关 ( $n=33$ ,  $r=0.386$ ,  $p<0.05$ )。值得注意的是有些种子植物如莎草科、十字花科、灯心草科、藜科、石竹科等 20 余科, 以往曾被认为不能或不易形成 AM (郭秀珍等, 1989; 刘润进等, 2000), 但本研究发现, 生长在湿地环境中的苋科植物喜旱莲子草 (*Alternanthera philoxeroides*)、莎草科植物稻田荸荠 (*Heleocharis yokoscensis*) 和灯心草科植物灯心草 (*Juncus effusus*) 均形成典型的 AM (表 1)。这与 Turner 等 (2000) 的研究结果一致。

## 2.2 湿地土壤中的 AMF 组成

从 33 份土样中分离、鉴定出分属于 4 个属的 AMF 共 16 种, 其中, 无梗囊霉属 (*Acaulospora*) 6 种, 分别是疣状无梗囊霉 (*A. tuberculata*)、光壁无梗囊霉 (*A. laevis*)、蜜色无梗囊霉 (*A. mellea*)、细凹无梗囊霉 (*A. scrobiculata*)、刺状无梗囊霉 (*A. spinosa*) 和某无梗囊霉 (*A. sp.*), 占 38%; 球囊霉属 (*Glomus*) 9 种, 分别是聚丛球囊霉 (*G. aggregatum*)、近明球囊霉 (*G. claroideum*)、明球囊霉 (*G. clarum*)、棒孢球囊霉 (*G. clavispurum*)、缩球囊霉 (*G. constrictum*)、单孢球囊霉 (*G. monosporum*)、摩西球囊霉 (*G. mosseae*)、悬钩子球囊霉 (*G. rubiformis*) 和弯丝球囊霉 (*G. sinuosum*), 占 56%; 巨孢囊霉 (*Gigaspora*) 1 种, 即极大巨孢囊霉 (*Gi. gigantea*), 占 6%。在所有已鉴定的属中, 无梗囊霉属和球囊霉

属是湿地土壤中的优势属。

在从湿地土壤中分离、鉴定出的 848 份孢子中, 摩西球囊霉 (*G. mosseae*) 占 88%, 在湿地土壤中占绝对优势, 提示着摩西球囊霉在湿地生态系统的恢复中具有潜在的应用价值。

致谢 云南大学生命科学学院李涛、李凌飞、杨安娜、赵丹丹、梁昌聪同学在采样时给予了很大帮助; 全部植物标本由云南大学生命科学学院朱维明教授、王跃华教授和兆荣副教授帮助鉴定。

## 〔参 考 文 献〕

- 郭秀珍, 毕国昌, 1989. 林木菌根及应用技术 [M]. 北京: 中国林业出版社, 119
- 刘润进, 李晓林, 2000. 丛枝菌根及其应用 [M]. 北京: 科学出版社, 9
- Bauer CR, Kellogg CH, Bridgham SD, *et al*, 2003. Mycorrhizal colonization across hydrologic gradients in restored and reference freshwater wetlands [J]. *Wetlands*, 23 (4): 961—968
- Berch SM, Kendrick B, 1982. Vesicular-arbuscular mycorrhizae of southern Ontario ferns and fern-allies [J]. *Mycologia*, 74: 769—776
- Koske RE, Walker C, 1984. *Gigaspora erythropha*, a new species forming arbuscular mycorrhizae [J]. *Mycologia*, 76: 250—255
- McGonigle TP, Miller MH, Evans DG, *et al*, 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi [J]. *New Phytol*, 115: 495—501
- Morton JB, 1988. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi: classification, nomenclature, and identification [J]. *Mycotaxon*, 32: 267—324
- Turner SD, Amon JP, Schneble RM, *et al*, 2000. Mycorrhizal fungi associated with plants in ground-water fed wetlands [J]. *Wetlands*, 20 (1): 200—204